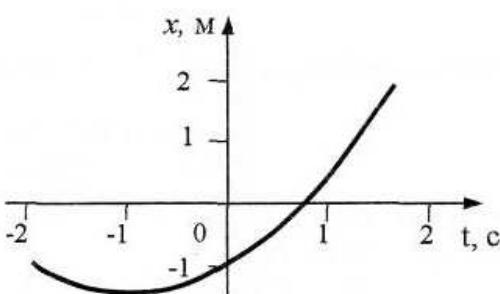


Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A30) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением. График зависимости ее координаты от времени $x = x(t)$ изображен на рисунке. В момент времени $t = 0$ проекции ее скорости V_x и ускорения a_x на ось Ox удовлетворяют соотношению

- 1) $V_x > 0; a_x > 0$
- 2) $V_x > 0; a_x < 0$
- 3) $V_x < 0; a_x > 0$
- 4) $V_x < 0; a_x < 0$

A2

Два автомобиля движутся по прямому шоссе: первый – со скоростью \vec{v} , второй – со скоростью $(-3\vec{v})$. Скорость первого автомобиля относительно второго равна

- 1) $-4\vec{v}$
- 2) $-2\vec{v}$
- 3) $2\vec{v}$
- 4) $4\vec{v}$

A3

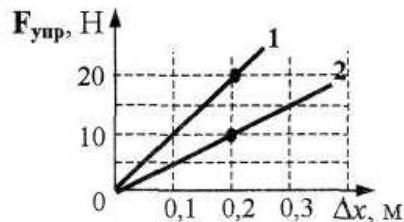
Санки с мальчиком общей массой 50 кг после толчка движутся по горизонтальной поверхности с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Чему равна сила трения?

- 1) 100 Н
- 2) 50 Н
- 3) 25 Н
- 4) 20 Н

A4

На графике приведены зависимости силы упругости от деформации двух пружин. К пружине 1 жесткостью k_1 подвешен груз массой m_1 , а к пружине 2 жесткостью k_2 – груз массой m_2 . Удлинения пружин одинаковы: $\Delta x_1 = \Delta x_2 = 0,2 \text{ м}$. Чему равны массы грузов?

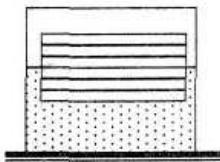
- 1) $m_1 = 0,1 \text{ кг}; m_2 = 0,2 \text{ кг}$
- 2) $m_1 = 0,2 \text{ кг}; m_2 = 0,1 \text{ кг}$
- 3) $m_1 = 1 \text{ кг}; m_2 = 2 \text{ кг}$
- 4) $m_1 = 2 \text{ кг}; m_2 = 1 \text{ кг}$



A5

Шесть одинаковых пластиковых листов толщиной h каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между двумя средними листами. Если из стопки убрать один лист, то глубина ее погружения уменьшится на

- 1) h 2) $\frac{1}{2}h$ 3) $\frac{1}{3}h$ 4) $\frac{1}{4}h$

**A6**

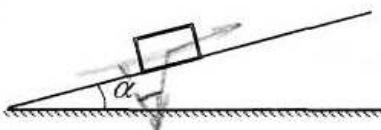
На тело массой 4 кг действует постоянная сила. Какова величина этой силы, если она вызывает увеличение импульса тела, равное 8 кг·м/с, через 2 с?

- 1) 8 Н 2) 4 Н 3) 16 Н 4) 12 Н

A7

Как изменится период малых колебаний математического маятника, если его длину уменьшить в 3 раза?

- 1) увеличится в 3 раза
2) увеличится в $\sqrt{3}$ раз
3) уменьшится в 3 раза
4) уменьшится в $\sqrt{3}$ раз

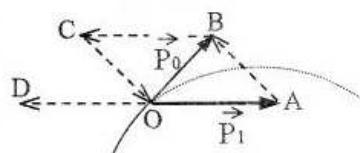
A8

Брусок поконится на наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Сила трения покоя равна 0,50 Н. Сила тяжести равна

- 1) 0,50 Н 2) 0,86 Н 3) 1,00 Н 4) 1,50 Н

A9

Снаряд, имеющий в точке О траектории импульс \vec{P}_0 , разорвался на два осколка. Один из осколков имеет импульс \vec{P}_1 . Импульс второго осколка равен



- 1) \vec{AB} 2) \vec{BC} 3) \vec{CO} 4) \vec{OD}

A10

При сжатии неизменного количества газа его объем уменьшился в 2 раза, а давление увеличилось в 2 раза. Температура газа при таком сжатии

- 1) увеличилась в 2 раза
- 2) уменьшилась в 2 раза
- 3) увеличилась в 4 раза
- 4) не изменилась

A11

Как изменится давление идеального одноатомного газа, если среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул и их концентрацию уменьшить в 2 раза?

- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) увеличится в 2 раза

A12

Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде равна 40%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда при неизменной температуре уменьшить в 2 раза?

- 1) 80%
- 2) 60%
- 3) 40%
- 4) 20%

A13

При передаче твердому телу массой m некоторого количества теплоты температура тела повысилась на ΔT , тело при этом остается твердым. Какое из приведенных ниже выражений определяет количество теплоты, переданное телу? Удельная теплоемкость вещества, из которого изготовлено тело, c .

- 1) $m\Delta T$
- 2) $\frac{c}{m\Delta T}$
- 3) $\frac{cm}{\Delta T}$
- 4) $mc\Delta T$

A14

Как изменяется внутренняя энергия 1 моль идеального газа при изохорном уменьшении его давления?

- 1) монотонно увеличивается
- 2) монотонно уменьшается
- 3) сначала увеличивается, затем уменьшается
- 4) не изменяется

A15 Тепловая машина за цикл получает от нагревателя 50 Дж и совершает полезную работу 100 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

- 1) 200%
- 2) 20%
- 3) 50%
- 4) такая машина невозможна

A16 От капли, имевшей электрический заряд $-2 q$, отделилась капля с зарядом $+q$. Каков электрический заряд оставшейся части капли?

- 1) $-q$
- 2) $-3 q$
- 3) $+q$
- 4) $-2 q$

A17 Модуль силы взаимодействия между двумя неподвижными точечными заряженными телами равен F . Чему будет равен модуль силы взаимодействия между телами, если заряд одного из них увеличить в n раз, а заряд второго уменьшить в n раз?

- 1) F
- 2) nF
- 3) $\frac{F}{n}$
- 4) n^2F

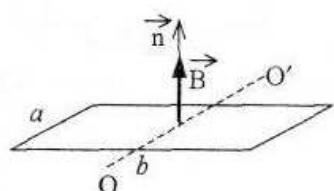
A18 Если длину медного провода и напряжение между его концами увеличить в 2 раза, то сила тока, протекающего через провод,

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза

A19 Две лампы мощностью $P_1 = 60$ Вт и $P_2 = 40$ Вт рассчитаны на сеть напряжением 220 В. На сколько меньше сопротивление лампы 1 по сравнению с сопротивлением лампы 2 при их включении в сеть?

- 1) 4 Ом
- 2) 40 Ом
- 3) 400 Ом
- 4) 4000 Ом

A20



Прямоугольная рамка со сторонами a и $b = 2a$ расположена в однородном магнитном поле с индукцией \mathbf{B} , как представлено на рисунке. При ее повороте вокруг оси OO' на угол $\alpha = 90^\circ$ изменение магнитного потока равно

- 1) $-2 a^2 B$
- 2) $a^2 B$
- 3) 0
- 4) $-4 a^2 B$

A21

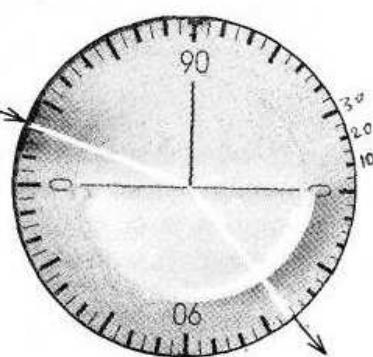
Узкий пучок белого света в результате прохождения через стеклянную призму расширяется, и на экране наблюдается разноцветный спектр. Это явление объясняется тем, что призма

- 1) преломляет свет с разной длиной волн по-разному, разлагая его на составляющие
- 2) окрашивает белый свет в различные цвета
- 3) поглощает свет с некоторыми длинами волн
- 4) изменяет частоту света

A22

На фотографии представлен опыт по преломлению света. Пользуясь таблицей, определите, чему равно отношение скорости света в воздухе к скорости света в стекле?

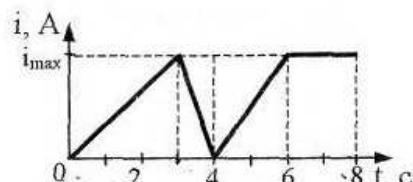
| | | | | |
|---------------|------------|------------|------------|------------|
| угол α | 20° | 40° | 50° | 70° |
| $\sin \alpha$ | 0,34 | 0,64 | 0,78 | 0,94 |



- 1) 2,8
- 2) 1,9
- 3) 1,5
- 4) 1,2

A23

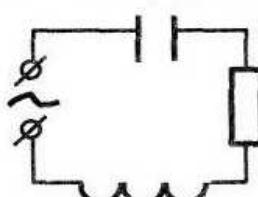
На рисунке показан график зависимости силы тока i в катушке с постоянной индуктивностью от времени t . Расположите промежутки времени в порядке убывания модуля ЭДС самоиндукции.



- 1) (4 – 6) с, (0 – 3) с, (3 – 4) с, (6 – 8) с
- 2) (3 – 4) с, (4 – 6) с, (0 – 3) с, (6 – 8) с
- 3) (6 – 8) с, (4 – 6) с, (0 – 3) с, (3 – 4) с
- 4) (6 – 8) с, (0 – 3) с, (4 – 6) с, (3 – 4) с

A24

Колебательный контур, состоящий из конденсатора и катушки индуктивности с небольшим активным сопротивлением, подключили к внешнему источнику переменного напряжения. Для исследования явления резонанса при неизменной амплитуде и частоте внешнего переменного напряжения увеличивают индуктивность катушки. При прохождении резонанса амплитуда тока в цепи будет



- 1) монотонно убывать
- 2) монотонно возрастать
- 3) сначала возрастать, затем убывать
- 4) сначала убывать, затем возрастать

A25

Частота красного света примерно в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Энергия фотона красного света по отношению к энергии фотона фиолетового света

- 1) больше в 4 раза
- 2) больше в 2 раза
- 3) меньше в 4 раза
- 4) меньше в 2 раза

A26

В таблице приведены значения энергии для первых четырех энергетических уровней атома водорода.

| Номер уровня | Энергия, 10^{-19} Дж |
|--------------|------------------------|
| 1 | - 21,8 |
| 2 | - 5,3 |
| 3 | - 2,4 |
| 4 | - 1,3 |

Излучение с наибольшей частотой, наблюдаемое как отдельная линия в спектре испускания водорода, может быть получено при переходе между энергетическими уровнями с

- 1) $n = 1$ на $n = 4$
- 2) $n = 4$ на $n = 1$
- 3) $n = 4$ на $n = 3$
- 4) $n = 3$ на $n = 4$

A27

Наблюдение за препаратом актиния массой 1 г показало, что период полу-распада ядер атомов актиния $^{227}_{89}\text{Ac}$ составляет 21,6 года. Это означает, что

- 1) за 21,6 года массовое число каждого атома уменьшится вдвое
- 2) один атом актиния распадается каждые 21,6 года
- 3) половина изначально имевшихся атомов актиния распадается за 21,6 года
- 4) все изначально имевшиеся атомы актиния распадутся за 43,2 года

A28

Энергия связи ядра железа $^{56}_{26}\text{Fe}$ равна 492,3 МэВ. Если $m_{\text{я}}$ – масса ядра железа, а m – масса 26 протонов и 30 нейтронов, то справедливо отношение

- 1) $m_{\text{я}} = m$
- 2) $m_{\text{я}} - m \approx 0,5$ а.е.м.
- 3) $m - m_{\text{я}} \approx 0,5$ а.е.м.
- 4) $m + m_{\text{я}} = 0,5$ а.е.м

- A29** Период Т полураспада изотопа цезия $^{137}_{55}\text{Cs}$ равен 30 дням. Во сколько раз уменьшится количество атомов изотопа цезия в образце, содержащем 1 мкмоль изотопа, через 40 дней?
- 1) $2^{\frac{4}{3}}$ 2) $2^{\frac{3}{4}}$ 3) $2^{-\frac{4}{3}}$ 4) $2^{-\frac{3}{4}}$

- A30** В эксперименте проверялось предположение: *при растяжении медной проволоки силой F существует явление текучести*, при котором относительное удлинение ϵ проволоки увеличивается без изменения силы. Результаты эксперимента приведены в таблице.

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| F, 10^3 Н | 0 | 1,5 | 3,0 | 4,5 | 6,0 | 7,0 | 7,3 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| ϵ | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 |

Явление текучести

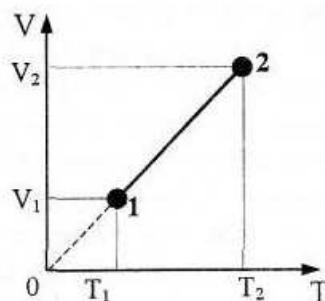
- 1) не удалось обнаружить
- 2) существует при относительной деформации от 0 до 0,05
- 3) возникает при относительной деформации от 0,05 до 0,07
- 4) возникает при относительной деформации, большей 0,07

Часть 2

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B1 – B4), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- B1** Нить, удерживающая легкую пружину в сжатом на 1 см состоянии, внезапно оборвалась (см. рисунок). Шарик поднялся на высоту 10 м. Какова масса шарика (в граммах), если жесткость пружины 20 кН/м?

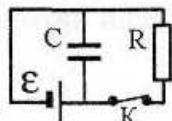


B2

На рисунке изображен процесс, происходящий с 1 молем гелия. Минимальный объем газа $V_1 = 10$ л, максимальный – $V_2 = 30$ л. Минимальная температура газа $T_1 = 100$ К. Найдите изменение внутренней энергии гелия при переходе из состояния 1 в состояние 2.

B3

Конденсатор емкостью $C = 2$ мкФ присоединен к батарее с ЭДС $\epsilon = 10$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом. В начальный момент времени ключ К был замкнут (см. рисунок). Чему станет равна энергия конденсатора после размыкания ключа К, если сопротивление резистора $R = 10$ Ом? Ответ выразите в микроджоулях (мкДж).

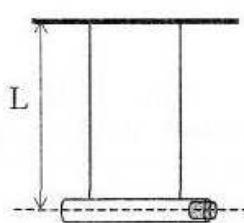
**B4**

На дифракционную решетку, имеющую 500 штрихов на 1 см, падает нормально параллельный пучок белого света. Между решеткой и экраном вплотную к решетке расположена линза, которая фокусирует свет, проходящий через решетку, на экране. Чему равно расстояние до экрана, если ширина спектра второго порядка 8 см? Длины красной и фиолетовой волн соответственно равны $8 \cdot 10^{-7}$ м и $4 \cdot 10^{-7}$ м. Считать угол ϕ отклонения лучей решеткой малым, так что $\sin \phi \approx \tan \phi \approx \phi$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Полное правильное решение каждой задачи должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1

Пробирка массой $M = 40$ г, содержащая пары эфира, закрыта пробкой с массой $m = 10$ г и подвешена в горизонтальном положении к штанге на нерастяжимых нитях. Расстояние от центра тяжести пробирки до штанги $L = 20$ см. При нагревании пробирки пробка вылетает из нее, а нити обрываются. Каково в этих условиях минимальное (по модулю) значение скорости пробки V относительно пробирки в момент вылета, если нити выдерживают суммарную нагрузку не более $T = 0,6$ Н?

С2

Смесь, состоящую из 2,51 кг льда и 7,53 кг воды при общей температуре 0°C, нужно нагреть до температуры 50°C, пропуская пар при температуре 100°C. Определите необходимое для этого количество пара.

С3

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление

вольтметра $9R$. Каковы показания амперметра в первой схеме, если во второй схеме они равны I_2 ?

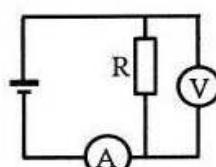


Схема 1

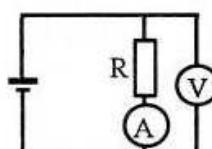


Схема 2

C4

На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Предмет передвинули на 2 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули экран, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько пришлось передвинуть экран относительно его первоначального положения?

C5

Фотокатод освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 2 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности $R = 2$ см. Какова работа выхода $A_{\text{вых}}$ для вещества фотокатода?

C6

Металлический стержень длиной $l = 0,1$ м и массой $m = 10$ г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1$ м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Какую работу совершил сила Ампера, если по стержню пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.